



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】少なくとも一方向に移動可能なステージに載置された平面状の試料を保持する試料保持装置において、前記試料の複数の箇所をその押圧力を独立して調節可能に、かつ前記ステージに対してそれぞれ個別に挟持する複数の押圧装置を備えることを特徴とする試料保持装置。

【請求項2】請求項1の試料保持装置において、前記ステージは前記試料を真空吸着する真空吸着装置を併せて備えることを特徴とする試料保持装置。

【請求項3】請求項1の試料保持装置において、前記押圧装置のそれぞれは、前記ステージとの間で前記試料を挟持するために回動可能に軸支されたクランプに設けられ、前記クランプの回動軸心を前記試料の表面高さにほぼ一致させたことを特徴とする試料保持装置。

【請求項4】請求項1～3のいずれかの試料保持装置により、パターンが形成されたレチクルを固定保持するレチクルステージと、前記パターンを露光する感応基板を保持する基板ステージと、前記レチクルを透過した照明光を前記感応基板に投影する投影光学系とを備え、前記レチクルステージと基板ステージとを同期して移動しつつ前記パターンを前記感応基板に投影することを特徴とする走査型露光装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体回路パターンや液晶素子パターンなどが形成されたレチクルやマスク、あるいはそのようなパターンが投影露光される感応基板をステージ上で保持することができる試料保持装置に関する。また本発明は、レチクルやマスクと感応基板とを投影光学系を挟んで同期して移動する走査型露光装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】たとえばレチクルステージとウエハステージを互に逆方向に投影縮小率に応じた速度比でそれぞれ移動して、レチクルパターンをウエハに投影露光する走査型投影露光装置では、各種のパターンが形成されたレチクルはレチクルステージ上に真空吸着で搭載され、ウエハやガラス基板も基板ステージ上に真空吸着で搭載される。たとえばレチクルステージに設けられたバキュームパッド上にレチクルを載置し、コンプレッサによってバキュームパッドの上部の空気を吸引してレチクルがレチクルステージに吸着される。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、スルーputを向上させるためにステージ移動速度が高速化されると、真空吸着でレチクルを保持する場合にはレチク

ルステージの慣性力でレチクルが正規の位置からずれてしまうおそれがある。吸着力を確保するために真空吸着の面積を広げることも考えられるが、面積を広げる余地はあまりなく、慣性力によるずれを防止するだけの吸着力を得ることは難しい。そして、レチクルがわずかでもずれると、レチクルのアライメント精度が著しく低下する。

【0004】本発明は、ステージの加速減時の慣性力で試料ずれが起きにくくするとともに、試料の表面が歪まないよう試料を固定保持する試料保持装置およびその試料保持装置を備えた走査型露光装置を提供することを目的としている。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】一実施の形態の図1～4に対応づけて本発明を説明する。(1)請求項1の発明は、少なくとも一方向に移動可能なステージ4に載置された平面状の試料3を保持する試料保持装置60に適用される。そして試料3の複数の箇所をその押圧力を独立して調節可能に、かつステージ4に対してそれぞれ個別に挟持する複数の押圧装置70a～70cを備えることにより、上記目的を達成する。

(2)請求項2の発明のように、試料3を真空吸着する真空吸着装置を併せて備えるのが好ましい。

(3)請求項3の発明による試料保持装置60は、回動可能に軸支されたクランプ63に押圧装置70a～70cを設け、クランプ63を介してステージ4と押圧装置70a～70cとの間で試料3を挟持するようにしたものであり、この場合、クランプ63の回動軸心62を試料3の表面高さにほぼ一致させるものである。

(4)請求項4の発明は、パターンが形成されたレチクル3を請求項1～3のいずれかの試料保持装置60により固定保持するレチクルステージ4と、パターンを露光する感応基板10を保持する基板ステージ13と、レチクル3を透過した照明光を感応基板10に投影する投影光学系9とを備え、レチクルステージ4と基板ステージ13を同期して移動しつつパターンを感応基板10に投影する走査型露光装置である。

【0006】以上の課題を解決する手段の欄では実施の形態に対応づけて本発明を説明したが、これにより本発明が実施の形態に限定されるものではない。

## 【0007】

【発明の実施の形態】図1～図4により、本発明が適用された試料保持装置を備える走査型露光装置について説明する。

【0008】図1において、エキシマレーザなどのパルス発振型の光源1からの露光用照明光が照明光学系2を介して均一な照度分布のパルス露光光ILとしてレチクル3を照明する。照明光学系2は、ビーム整形光学系、減光光学系、オブティカルインテグレータ、視野絞りおよびコンデンサレンズなどから構成される。レチクル3

には半導体回路パターンや液晶素子パターンが形成されており、そのパターンを透過した透過光は投影光学系9によりウエハ10上に投影される。ウエハ10の表面にはフォトリソが塗布されており、投影されたパターン像がレジスト上に露光されて潜像が形成される。

【0009】レチクル3は、後述するレチクルホルダ30、32を介してレチクルステージ4上に後述する試料保持装置60で固定保持され、レチクルステージ4は投影光学系9の光軸と垂直な面内でXY方向に移動する。露光に際してレチクル3をX方向および-X方向に移動して露光光ILを走査する。レチクルステージ4上には移動鏡6が固定され、レーザ干渉計7からのレーザビームが移動鏡6に照射され、その反射ビームを干渉計7が受光してレチクルステージ4のX方向位置座標が計測される。このX方向位置座標は信号S1として投影露光装置全体を統轄する主制御系8に入力される。図示はしていないが、レチクルステージ4のY方向位置座標を計測するための移動鏡とレーザ干渉計も設けられ、このY方向位置座標も主制御系8に入力される。主制御系8はレチクルステージ制御装置4aによりリニアモータのようなステージ駆動源を制御してレチクル3の位置および移動速度を制御する。

【0010】ここで、レチクルステージ4上にレチクル3を固定する試料保持装置60について図2～図4に基づいて詳細に説明する。

【0011】レチクルステージ4を上方から見た図2(a)とその正面図である図2(b)において、レチクルステージ4上にはレチクルホルダ30、32が対向配置されている。レチクルホルダ30、32はたとえばセラミックスで形成され、その平面度は0.4μm以下とされる。なお、レチクル3の平面度は通常1～2μmである。レチクルホルダ30、32にはその長手方向に沿って真空ウエハ吸着用の開口30a、32aが形成され、レチクル3はレチクルホルダ30、32上で真空吸着される。さらに、レチクル3は試料保持装置60によりレチクルホルダ30、32との間で挟持固定される。

【0012】試料保持装置60について説明する。なお、試料保持装置60は左右にそれぞれ設けられるが、その構成は同一であり右側の試料保持装置60について説明する。レチクルホルダ30、32のX方向の外側には所定の間隔をあけて一对のブラケット61が設置され、この一对のブラケット61には軸62によりクランパ63のアーム64が回転可能に軸支され、これにより、クランパ63はブラケット61に対して回転可能に保持される。軸62の軸心の高さ位置はレチクル3の表面の高さとほぼ一致するようにされている。その理由は後述する。

【0013】クランパ63の中央部には駆動アーム65が取り付けられ、この駆動アーム65はレチクルステージ4上に設置されたギアヘッド付きのモータ66で駆動さ

れる。図3によく示されているように、モータ66の出力軸66aにはカム板67が設けられ、カム板67の一端にはカムフォロア68が回転可能に設けられている。このカムフォロア68がアーム65の下面に当接し、モータ66によりカム板67を反時計回り方向に揺動することにより、クランパ63が軸62を回転中心として反時計回り方向に揺動する。アーム65にはクランパ63を時計回り方向の付勢力が不図示のばねにより与えられている。したがって、モータ66によりカム板67を時計回り方向に揺動すると、クランパ63はばね力により時計回り方向に揺動し、図3に2点鎖線で示すようなレチクル投入姿勢となる。

【0014】図2(a)に示されているように、クランパ63には所定間隔で押圧装置70a、70b、70cが設けられている。いずれも同一の構成であり、図1のIV-IV線断面を示す図4により説明する。クランパ63に形成されている円柱状の孔63aには十字形状の押圧具71が収容され、その先端部はクランパ63の下面からばね72のばね力で突出している。孔63aの上部はねじ蓋73で閉鎖され、ねじ蓋73の螺合位置を調節してばね72によるばね力を調節し、これにより、押圧具71によるレチクル押圧力を調節する。試料保持装置60はレチクル3の左右にそれぞれ配設されてレチクル3の両辺をそれぞれ3箇所づつ固定することになる。このとき、それぞれの押圧具71の押圧力は個別にばね72で調節される。なお、押圧具71によるレチクル押圧力は、レチクルステージ4の移動速度（または加速度）に応じて決めてもいい。例えば、レチクルステージ4の移動速度（または加速度）が大きい場合にはレチクル押圧力を大きくし、移動速度（または加速度）が小さい場合にはレチクル押圧力を小さくすればいい。また、押圧具71の材質としては、アルミニウムやプラスチックなどの軽い材質を用いることが好ましい。

【0015】さらに各押圧装置70a～70cには、各ばね72がそれぞれ所定量以上撓んだときに閉じる図示しないリミットスイッチがそれぞれ設けられている。そして各リミットスイッチが全て閉じるとモータ66の回転を停止する不図示の制御回路が設けられている。

【0016】図1において、レチクルステージ4の下面には、矩形的開口5aが開けられたレチクルブラインド5が配設される。このレチクルブラインド5の開口5aにより、実質的にレチクル3上に矩形スリット状の照明領域が設定される。

【0017】レチクルブラインド5の下方に配設された投影光学系9を介して、レチクル3に描かれたパターンのうち、レチクルブラインド5の開口5aで制限された照明領域のパターン像がウエハ10上に投影される。すなわち、レチクルブラインド5の開口5aで制限されるレチクル3上の照明領域と投影光学系9に関して共役な領域がウエハ10上の矩形的露光領域となる。

【0018】ウエハ10は、図示しないウエハホルダを介してZレベリングステージ12上に保持される。Zレベリングステージ12は3個のZ方向に移動自在なアクチュエータを介してXYステージ13上に載置される。各アクチュエータの変位はそれぞれ付随するエンコーダによって計測される。アクチュエータには、カムをロータリモータで駆動してZ方向に直線移動する方式や、積層型圧電素子を伸縮してZ方向に直線移動する方式などが用いられる。エンコーダは光学式や静電容量式が用いられる。上記レベリング用エンコーダのZ方向変位信号は位置検出装置17に入力され、3支点のZ方向の計測値からウエハ10のZ方向位置、X軸回りの傾斜角、およびY軸回りの傾斜角を算出する。主制御系8はウエハステージ駆動回路16によりZレベリング用アクチュエータを制御してウエハ10のZ方向位置と傾斜角を制御する。3つのZレベリング用アクチュエータを同量変位させればZ方向の位置が調節でき、個別に変位させればZレベリングステージ12のX軸回りおよびY軸回りの傾斜角を調整できる。

【0019】XYステージ13はウエハ10をX方向に走査するXステージとY方向に走査するYステージとで構成される。XステージおよびYステージはエアベアリングで保持され、たとえばリニアモータでXY両方向に移動するようにベース上に設けられる。

【0020】Zレベリングステージ12上にはX軸用の移動鏡14とY軸用の移動鏡（不図示）が固定され、ベースに固定されているレーザ干渉計15からのレーザビームが移動鏡14に照射され、その反射ビームを干渉計15が受光してZレベリングステージ12のX方向位置を計測する。Y方向も同様にして計測される。X方向およびY方向位置座標も主制御系8に入力される。主制御系8はウエハステージ駆動回路16により、リニアモータのようなステージ駆動源を制御してXYステージ13を駆動制御してウエハ10の位置および移動速度を制御する。

【0021】たとえば投影光学系9が投影倍率 $\beta$ （たとえば $1/4$ ）で倒立像を投影する場合、レチクルステージ4を介してレチクル3を照明領域に対して+X方向、あるいは-X方向に速度VRで走査するのと同期して、Xステージを介してウエハ10が-X方向、あるいは+X方向に速度VWで走査される。ここで、ウエハ速度VWは $(1/\beta) \cdot VR$ で表される。

【0022】また、スリットスキャン露光時のレチクルステージ4およびウエハ側XYステージ13の移動速度は、レチクル3上に照射されるパターン露光光ILの光量レチクルブラインド5の開口5aおよびウエハ10に塗布されたフォトレジストの感度などによって決定される。すなわち、レチクルステージ4の移動により、レチクル3上のパターンがレチクルブラインド5の開口5aを横切る時間内にウエハ10上のフォトレジストが充分

感光するようにステージ速度が制御される。

【0023】図1において、投影光学系9のX方向の両側には多点フォーカス検出装置19、20が配設されている。多点フォーカス検出装置19、20は、ウエハ10の表面の高さを計測するもので、フォーカス信号S2が演算装置18に供給される。演算装置18は、先に読み込まれたフォーカス信号S2に基づいて、次の露光領域内で露光される被露光領域に対して、Zレベリングステージ12で設定すべき高さ（目標高さおよび目標傾き）を求め、これらの目標高さおよび目標傾きの情報を主制御系8に供給する。主制御系8はこの情報に基づいて、ステージ制御装置16を介してZレベリングステージ12の動作を制御する。

【0024】このような露光装置では、レチクルステージ4上に設けた図2～図4に示した試料保持装置60でレチクル3は機械的にレチクルステージ4上に固定保持される。そのため、次のような作用効果を得ることができる。

(1) 機械的な固定保持により、レチクルステージ4のスキャン速度が高速化しても、従来のような真空吸着方式に比べて加減速時に慣性力によって位置がずれることを確実に防止できる。このため、レチクルステージ4とXステージとの移動速度を大きくすることができるため、露光時間を短縮でき走査型露光装置のスループットを向上することができる。

(2) クランパ63による機械的な固定保持に加えて、従来と同様な真空吸着でもレチクル3を固定するようにしているので、レチクル保持力をより大きくできる。この場合、ロードによりレチクル3をレチクルホルダ30、32に載置したまま真空吸着でレチクル3を固定し、しかる後にクランパ63でレチクル3を固定する。これにより、押圧具71がレチクル3に接触したときにレチクル3がずれることが防止できる。すなわち、ロードでレチクル3がレチクルホルダ30、32上に載置される際にレチクル3の位置はラフアライメントされているので、クランパ63で固定するときにその位置がラフアライメントの許容範囲からずれてしまう場合には、ラフアライメントを再度行なう必要がある。本実施の形態のようにレチクル3を機械的に固定する前に予め真空吸着で固定しておくことにより、位置ずれが防止され、ラフアライメントの再実行が防止される。なお、真空吸着をせずにクランパ63だけで保持固定してもよい。

【0025】(3) クランパ63の回転中心をレチクル3の表面高さとはば一致するようにしたので、クランパ63でレチクル3の表面を押圧する際に押圧具71の先端がレチクル3に垂直に当たってすべることがなく、位置決め精度が向上し、また、摩擦によりごみが発生するおそれも少なくなる。

【0026】(4) 試料保持装置60はそれぞれ図2～4に示したように、3つの押圧装置70a～70cを有

7

8

し、各押圧具71はそれぞればね72でその押圧力を独立して調節することができ、したがって、レチクル3にうねりや凹凸がある場合でも、従来のようにレチクルの一つの辺を一つの押圧具で押圧して固定する場合のような片当りが防止できる。その結果、レチクル3は、より平面度がよいレチクルホルダ30、32の平面に倣うようになり、保持された状態のレチクル3の平面度は保持されない状態での平面度よりも良好となる。またレチクル3に不所望な荷重が作用するおそれがなく、それによる歪の発生もない。さらにまた、それぞれのばね72が所定量以上撓むとモータ66の駆動を停止するようにしているの

10

【0027】以上では6つの押圧装置でレチクル3を固定保持するようにしたが、7個以上の押圧装置で固定保持してもよい。モータ66でクランパ63を揺動させたが、エアシリンダなど他のアクチュエータで駆動してもよいし、カムに代えてリンクなどによりアクチュエータの運動をクランパの揺動運動に変換してもよい。あるいは、モータで軸62を回転駆動してクランパ63を揺動してもよい。

20

【0028】また以上では、レチクル3の保持装置について説明したが、ウエハの移動速度がさらに高速化する場合には、ウエハをZレベリングステージ上で固定保持する装置にも本発明を適用することができる。さらに、エキシマレーザを用いた投影露光装置について説明したが、この発明は、x線を用いた投影露光装置はもとより、パターンが形成されたステンスルマスクなどに電子ビームなどの荷電粒子線を照射し、電磁レンズや偏向器などによりパターンを感応基板に投影露光する荷電粒子線投影露光装置にも適用できる。

30

【0029】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、機械的に試料をステージ上で固定保持する際に、独立して押圧力が調節可能でかつ、個別に試料上の複数の箇所を押圧する押圧装置を設けたので、ステージの移動速度が大きくなっても試料は確実に固定保持され、したがって、ステージが高速度で移動する走査型露光装置に対してとくに効果が大きい。また、試料のうねりや凹凸に影響されずに試料をステージ上に精度よく固定保持することができる。真空吸着を併用すればさらに保持性能が向上するし、押圧装置で保持する前に真空吸着しておけば押圧装置で固定する時に試料が位置ずれすることもない。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態による露光装置の全体構成図

【図2】(a)は本発明による試料保持装置の平面図、(b)はその正面図

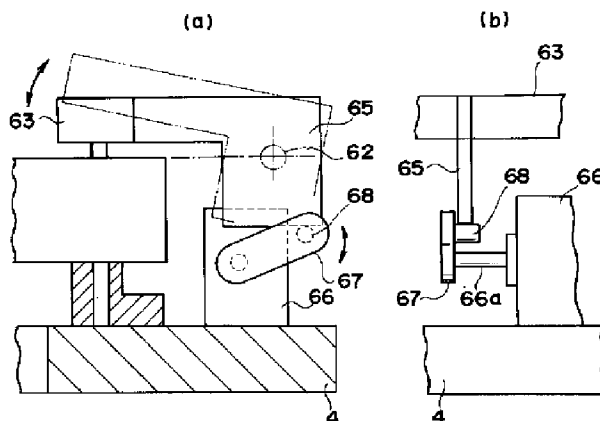
【図3】(a)は試料保持装置のIII-III線方向から見た拡大図、(b)はその側面図

【図4】押圧装置を示す図2のIV-IV線断面図

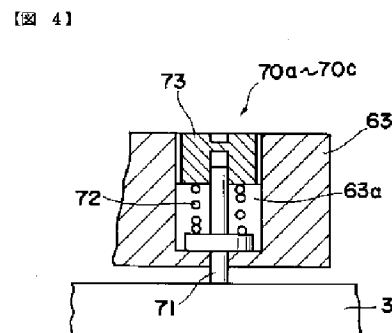
【符号の説明】

- 3 レチクル
- 4 レチクルステージ
- 60 試料保持装置
- 62 軸
- 63 クランパ
- 66 モータ
- 67 カム板
- 70a~70c 押圧装置
- 71 押圧具
- 72 ばね
- 73 ねじ蓋

【図3】



【図4】



【図2】

